

# محورس تنفيذي

# Execution course



Email : [youssuf.elfarmawy@gmail.com](mailto:youssuf.elfarmawy@gmail.com)

Facebook : [@youssuf.elfarmawy@live.com](https://www.facebook.com/youssuf.elfarmawy)

Phone : 01112550515

Website : [youssufelfarmawy.wordpress.com](http://youssufelfarmawy.wordpress.com)

لا تنسونا صالح الدعاء

# صب الخرسانة في الأجمواء الحارة

التأثير السلبي للجو الحار على الخرسانة :

أ- الخرسانة الطازجة :

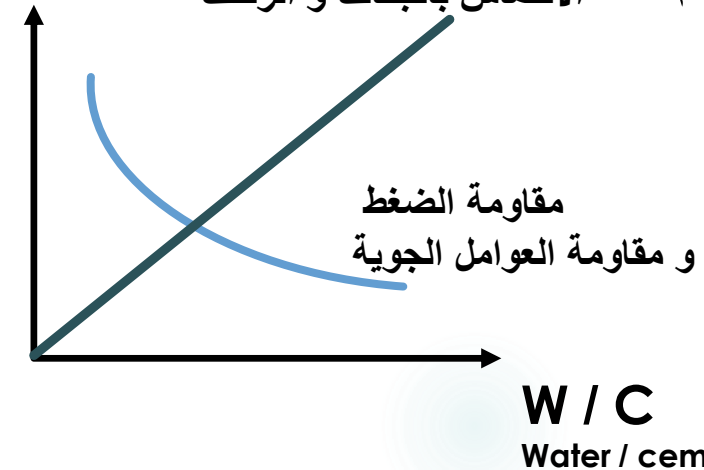
- 1- زيادة محتوى الماء المطلوب للحصول على القوام .
- 2- يزداد فقد القدرة على الدمك و بالتالي الخرسانة الناتجة تكون معششة .
- 3- سرعة شك الخرسانة مما يؤدي إلى تكوّن فاصل صبّ غير مُخطّط له .
- 4- زيادة مُعدّل فقد الماء من سطح الخرسانة بالبخر مما يؤدي إلى زيادة الإنكماش بالجفاف و تكوّن شروخ ، و لا تُستعمل الإضافات المؤخّرة للشكّ لأنها تُزيد من شروخ الانكماش بالجفاف لذلك نتجه إلى مُعالجة الخرسانة فور الصبّ و ذلك باستخدام مواد سدودة للماء و ذلك إما بالمُعالجة الكيميائية أو التغطية ببلاستيك ( الأفضل ) .

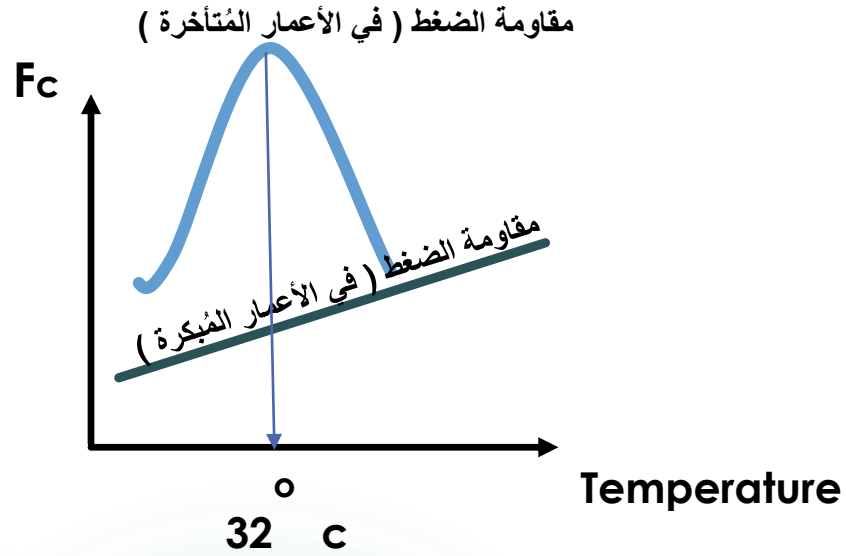
محتوى الماء  
لقوام مُعيّن

أي أنه كلما  
ارتفعت درجة  
الحرارة أحتاج  
إلى كمية أكبر  
من الماء  
للحصول على  
نفس القوام

درجة الحرارة

5- زيادة مُعدّل فقد القوام . الانكماش بالجفاف و الزحف





## الخرسانة المتصلدة :

- 1- نقص مقاومة الخرسانة في الأعمار المتأخرة كما بالمنحنى .
- 2- نقص حاد في خواص الخرسانة .

\*فوق 32 ° c سرعة تفاعل الأسمنت مع الماء تكون كبيرة و لكن التركيب البنائي للجبل يكون ضعيف .

## الحلول الممكنة للجوء إليها لحل مشاكل الصب في الأجواء الحارة :

- 1- تسقيع الخرسانة .
- 2- الصب بعد العصر .
- 3- استعمال أنواع من الأسمنت ذات إمالة أقل .

يُعتبر الصبّ في أجواء حارّة إذا تحقق أي من الشروط التالية :

- 1- درجة حرارة الهواء أكبر من 36 درجة مئوية .
- 2- مُعدّل بخر الماء من سطح الخرسانة الطازجة أكبر من 1 كجم / متر مربع / ساعة و يُمكن التنبؤ بمُعدّل البخر بالطرق التالية :

\*درجة حرارة الخرسانة الطازجة و ذلك بالتنبؤ بدرجة حرارة المواد .

\* درجة حرارة الهواء .

\* سرعة الرياح عند منسوب الصفر و ذلك من المُعادلة الموضحة :

\*الرطوبة النسبية للهواء .

- 3- إذا زادت درجة حرارة الخرسانة الطازجة عن ( 32 درجة مئوية كود مصري و 35 درجة مئوية كود أمريكي ) .

- 4- إذا زاد مُعدّل تغيّر درجة حرارة الهواء عن ( 3 درجة مئوية في الساعة أو 28 درجة مئوية في اليوم ) .

$$V = V_x \left( \frac{\ln (z / z_o + 1)}{\ln (z_x / z_o + 1)} \right)$$

ثابت = 0.001 سم      الارتفاع الذي تم قياسه عند  $V_o$



## طرق التغلب على زيادة معدل بخر الماء من سطح الخرسانة :

- 1- عمل مصدّات هواء .
- 2- حل مشكلة الرطوبة عن طريق استخدام رشاشات .
- 3- خفض درجة حرارة الخرسانة لتقليل مُعدّل البخر عن 1 كجم / متر مربع / ساعة .

## احتياطات صبّ الخرسانة في الأجواء الحارّة :

### أ- مرحلة تصميم الخلطة الخرسانية :

- 1- استخدام أقل مُحتوى أسمنت مُمكن يُحقّق المقاومة للأحمال و العوامل الجويّة ، حيث يتم استخدام الإضافات المُخفضة للماء للحفاظ على نسبة الماء / الأسمنت ثابتة بالخلطة الخرسانية .
- 2- استخدام أنواع أسمنت منخفضة الحرارة .
- 3- استبدال جزء من الأسمنت بإضافات معدنية مثل Silica fume – slug – Fly ash .
- 4- استخدام الإضافات المُخفضة للماء و المؤخرة للشك .



## ب- خفض درجة حرارة الخرسانة الطازجة :

- 1- عمل مظلة تجعل درجة حرارة الركام هي نفسها درجة حرارة الهواء .
- 2- غسيل الركام ( غير سهل و لكنه مقبول ) .
- 3- استخدام ثلج كبديل لجزء من ماء الخلط بشرط ألا تزيد نسبة الثلج عن 75 % من ماء الخلط و أن يستمر الخلط حتى تمام ذوبان الثلج ، لذلك يُفضل استخدام الثلج المجروش لسهولة و سرعة ذوبائه ، و لكي يتحول الثلج إلى ماء يحتاج إلى طاقة كما لو كان مادة درجة حرارتها -80 درجة سيليزية .

$$T_{\text{concrete}} = \frac{0.22 (T_c * W_c + T_{ca} * W_{ca} + T_{fa} * W_{fa})}{0.22 (W_c + W_{ca} + W_{fa}) + W_w}$$

$W_c , W_{ca} , W_{fa} , W_w$  هي أوزان الأسمنت و الركام الكبير و الركام الصغير و الماء على الترتيب .

$T_c , T_{ca} , T_{fa} , T_w$  هي أوزان الأسمنت و الركام الكبير و الركام الصغير و الماء على الترتيب .

\* و نجد أن قيم الأسمنت و الركام مضروبة \* 0.22 لكن الماء مضروب \* 1 و ذلك بسبب الحرارة النوعية و هي كمية الحرارة المطلوبة لتغيير درجة حرارة وحدة الأوزان من المادة درجة واحدة مئوية ، لذلك نتجه إلى تبريد الماء لتأثيره الكبير في تغيير درجة حرارة الخرسانة الطازجة بالإضافة إلى القدرة على التحكم في درجة حرارته .

## احتياطات مُتنوعة :

- 1- الصبّ بعد العصر .
- 2- دهان مُعدات الصبّ باللون الأبيض ( يعكس أشعة الشمس ) .
- 3- استخدام خيش مبلول لتبريد درجة حرارة الخرسانة .
- 4- العناية الفائقة بالمُعالجة من حيث سرعة المعالجة و نوعها و استمرارها دون انقطاع .
- 5- الصبّ في أسرع وقت مُمكن دون تعطُّل .
- 6- توفير مُعدات صب إضافية و ذلك لتعطُّلها في الحرارة العالية .
- 7- عدم الصبّ في الأجواء الحارة لذلك يجب محاولة تجنُّب الصبّ في الأجواء القاسية جدًّا في فصل الصيف .

## مثال :

**C** : Cement  
**ca** : Coarse aggregate  
**fa** : fine aggregate  
**W** : water

احسب درجة حرارة الخرسانة الطازجة إذا علمت أن :  
 \*درجة حرارة الأسمنت = 70 درجة مئوية .  
 \*درجة حرارة الركام = 60 درجة مئوية .  
 \*درجة حرارة الماء = 37 درجة مئوية .  
 و كانت أوزان المواد المُستخدمة بالكيلو جرام كالتالي :

أسمنت	رمل	سن 1	سن 2	ماء
350	630	585	585	190

$$T_{conc.} = \frac{0.22 (T_c * W_c + T_{ca} * W_{ca} + T_{fa} * W_{fa}) + T_w * W_w}{0.22 (W_c + W_{ca} + W_{fa}) + W_w} = \frac{0.22 (70 * 350 + (60 * 585) * 2 + 60 * 630) + 37 * 190}{0.22 (350 + 585 * 2 + 630) + 190} = 54.5^{\circ}C$$

و نتيجة لأن درجة حرارة الخرسانة الطازجة 32 درجة مئوية و بالتالي هناك صبّ في أجواء حارّة .

\*المطلوب معرفة كيف يُمكن تقليل درجة حرارة الخرسانة إلى 32 درجة مئوية عن طريق تظليل الركام و إذا استمرت حرارة الخرسانة أعلى من 32 درجة مئوية استخدم الثلج مع تظليل الركام .



## 1- باستخدام تظليل الرُّكام إذا كانت درجة حرارة الرُّكام ( رمل - سن ) في الظل 40 درجة مئوية :

ستكون نفس المُعادلة السابقة بتغيير واحد فقط و هو خفض درجة حرارة الرُّكام ( رمل - سن ) إلى 40 درجة مئوية نتيجة اللجوء إلى تظليل الرُّكام .

$$T_{conc.} = \frac{0.22 (70 * 350 + (60 * 585) * 2 + 60 * 630) + 37 * 190}{0.22 (350 + 585 * 2 + 630) + 190} = 42.6^{\circ}C > 32^{\circ}C$$

∴ مازلنا نحتاج إلى تخفيض درجة حرارة الخرسانة لأنه مازال يُعتبر صَبًّا في الأجواء الحارّة

## 2- باستخدام تظليل الرُّكام مع استخدام الثلج :

سيتم استبدال جُزء من الماء بثلج درجة حرارته  $-80^{\circ}C$  حتى نصل بدرجة حرارة الخرسانة الطازجة إلى  $32^{\circ}C$  .

$$T_{conc.} = \frac{0.22 (70 * 350 + (40 * 585) * 2 + 40 * 630) + (190 - W_{ice}) * 37 + (-80) * W_{ice}}{0.22 (350 + 585 * 2 + 630) + 190} = 32^{\circ}C$$

و بالتالي يكون هناك مجهول واحد و هو وزن الثلج الذي سيتم وضعه بدلاً من الماء الموجود بالخلطة لكن يجب

$$\therefore W_{ice} = 60.205$$

$$\text{Check } W_{ice} / W_{water} = 60.205 / 190 = 31\% \text{ OK}$$

التأكد أن وزن الثلج لا يزيد عن 75 % من وزن الماء الكلي بالخلطة